

культурной, религиозной, военной и других составляющих. Инициатором такой школы может стать проходящая здесь и сейчас конференция. Объединив усилия наших вузов, привлекая всех заинтересованных участников из других регионов, нам представляется вполне реальным разработать системный, комплексный проект приграничных регионов, позволяющий решить указанные, а также не названные в данной статье проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булгаков М.А. Избранное: Роман «Мастер и Маргарита»; Рассказы / Предисл. Е. Сидорова; Примеч. М. Чудаковой. – М.: «Худож. лит.», 1980. – 400 с. (с.103–104)
2. Высоцкий В.С. Стихотворения. – М.: Изд-во Эксмо, 2005. – 440 с. (Всемирная библиотека поэзии). С.295
3. Гибридная война ru.wikipedia.org
4. Денисова Е.Д., Куприянов С.В. Региональное развитие, базирующееся на принципах устойчивости Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова Научно–теоретический журнал, № 7, 2018. – (136–142)
5. Куприянов С.В., Стрябкова Е.А., Герасимова Н.А. Особенности экономического развития приграничных регионов Научные ведомости Белгородского государственного университета Экономика Информатика том 45, № 1, март 2018 (5–14 с.)
6. Портал внешнеэкономической информации. – URL: <http://www.ved.gov.ru/>
7. Словарь по культурологии <https://studfiles.net/preview/1865391/page:2/>
8. <http://www.allbest.ru/>

УДК:330.322.21; 330.42

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА: НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

А.Л.Ф. Муноз, В.М. Московкин

г.Белгород, Россия

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Построена нейросетевая модель для прогнозирования временных рядов инвестиций в основной капитал экономики региона, основанная на двухслойном персептроне, обученного по алгоритму обратного распространения ошибки. Наша реконструкция алгоритма нейросетевого калькулятора Excel Neural Package показала, что он основан на пошаговом алгоритме множественной (двумерной) авторегрессии, действия которого апробированы на примере инвестиций в основной капитал Брянской области. Помимо Брянской области прогнозы на 2018 –20 гг. сделаны для Белгородской, Воронежской, Костромской, Смоленской и Тверской областей на основе ретроспективного ряда инвестиций в основной капитал экономик этих областей (2004–2017 гг.).

Ключевые слова: инвестиции в основной капитал, нейросетевое моделирование, персептрон, множественная авторегрессия, Брянская область, Белгородская область, Воронежская область, Костромская область, Смоленская область, Тверская область.

FORECASTING OF INVESTMENTS IN THE FIXED CAPITAL OF THE ECONOMY OF THE REGION: NEURAL NETWORK MODELING

A.L.F. Munoz, V.M. Moskovkin

Belgorod, Russia

Belgorod State National Research University

A neural network model was built to predict the time series of investments in fixed assets of the regional economy, based on a two-layer perceptron trained in the back-propagation error algorithm. Our reconstruction of the neural network calculator algorithm from Excel Neural Package showed that it is based on a step-by-step algorithm for multiple (two-dimensional)

autoregression, the actions of which were tested on the example of investments in fixed capital of the Bryansk Region. In addition to the Bryansk region, forecasts for 2018 – 20 years done for the Belgorod, Voronezh, Kostroma, Smolensk and Tver regions based on a retrospective series of investments in fixed assets of the economies of these regions (2004–2017).

Key words: *fixed capital investments, neural network modeling, perceptron, multiple autoregression, Bryansk region, Belgorod region, Voronezh region, Kostroma region, Smolensk region, Tver region.*

В качестве инструментов прогнозирования временных рядов в экономике могут быть использованы методы сглаживания и скользящего среднего, Хольта, Брауна и Винтерса или регрессионные методы прогнозирования [1–3]. Кроме этих инструментов, мы предлагаем использовать метод нейросетевого моделирования [4,5], использование которого является достаточно многосторонним: при экономическом прогнозировании, кластеризации экономических объектов, оценке рисков, контроле технологических процессов, управлении роботами и многое другое. Нами этот метод использован при краткосрочном прогнозировании инвестиций в основной капитал экономик избранных регионов ЦФО РФ.

Нейросетевая модель для прогнозирования временных рядов инвестиций в основной капитал экономики региона на заданную краткосрочную перспективу строится на базе многослойного (двухслойного) персептрона, обученного по алгоритму обратного распространения ошибки, при этом формализация полной схемы применения данной модели для прогнозирования этих временных рядов приведена на примере Брянской области.

При внимательном изучении работы нейросетевого калькулятора Excel Neural Package мы обратили внимание, что он основан на использовании пошагового алгоритма множественной (двумерной) авторегрессии, действия которого мы детально рассмотрим на примере прогнозирования инвестиций в основной капитал экономики Брянской области.

Для этого на базе статистики Росстата мы сформируем четырнадцатилетний ряд (2004 – 2017 гг.) выходных данных по инвестициям в основной капитал экономики Брянской области (Y, млн.руб), а также со движкой на один год – два ряда входных данных (X₁, X₂, двухслойный персептрон) (табл. 1). Выделяем из этих трех столбцов данных пересекающиеся данные, которые охватят двенадцатилетний интервал времени. Для выделенных данных (табл. 1) программа Excel позволяет рассчитать уравнение множественной авторегрессии, которое было получено в виде

$$Y = 10807,88 + 0,769859X_1 + 0,053793X_2 \quad (1)$$

Таблица 1

Прогнозирование инвестиций в основной капитал экономики Брянской области на уровень 2018 г. (первый шаг)

Годы	Y	X ₁	X ₂
2004	6751		
2005	8496	6751	
2006	12462	8496	6751
2007	21010	12462	8496
2008	25298	21010	12462
2009	27240	25298	21010
2010	41989	27240	25298
2011	48014	41989	27240
2012	45297	48014	41989
2013	48014	45297	48014
2014	46551	48014	45297
2015	61742	46551	48014
2016	68195	61742	46551
2017	54769	68195	61742
2018	56641	54769	68195
2019			54769

Регрессионная статистика для этого уравнения, генерируемая программой Excel, показана на рисунке 1.

<i>Регрессионная статистика</i>					
Множественный R	0,91246				
R-квадрат	0,832583				
Нормированный R-квадрат	0,795379				
Стандартная ошибка	7656,99				
Наблюдения	12				
<i>Дисперсионный анализ</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	2	2,62E+09	1,31E+09	22,379	0,000321
Остаток	9	5,28E+08	58629490		
Итого	11	3,15E+09			
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересечение	10807,88	5221,119	2,070032	0,068361	-1003,11
Переменная X 1	0,769859	0,413956	1,85976	0,09585	-0,16657
Переменная X 2	0,053793	0,428882	0,125426	0,902943	-0,91641

Рис. 1. Регрессионная статистика для уравнения на первом шаге прогнозирования

Подставляя в это уравнение значения $X_1=54769$ и $X_2=68195$ на уровни 2018 г., получим первое прогнозное значение $Y=56641$ на уровень этого же года. Это будет первый шаг прогнозирования.

На втором шаге прогнозирования инвестиций в основной капитал экономики Брянской области, мы на уровень 2019 г. запишем $X_1=56641$ и на уровень 2020 г. $X_2=56641$ (табл. 2). В итоге получим тринадцатилетний ряд пересекающихся данных. Для него получим то же самое уравнение множественной авторегрессии (формула 1), хотя значение R^2 немного увеличилось, а значение стандартной ошибки – уменьшилось.

Таблица 2

Прогнозирование инвестиций в основной капитал экономики Брянской области на уровень 2019 г. (второй шаг)

Годы	Y	X_1	X_2
2004	6751		
2005	8496	6751	
2006	12462	8496	6751
2007	21010	12462	8496
2008	25298	21010	12462
2009	27240	25298	21010
2010	41989	27240	25298
2011	48014	41989	27240
2012	45297	48014	41989
2013	48014	45297	48014
2014	46551	48014	45297
2015	61742	46551	48014
2016	68195	61742	46551
2017	54769	68195	61742
2018	56641	54769	68195
2019	57359	56641	54769
2020			56641

Подставляя в это уравнение значения $X_1=56641$, и $X_2=54769$ на уровни 2019 г. получим второе прогнозное значение $Y=57359$ на уровень этого же года. Это будет второй шаг прогнозирования (табл. 2).

На третьем шаге прогнозирования инвестиций в основной капитал экономики Брянской области, мы на уровень 2020 г. запишем $X_1=57359$ и на уровень 2021 г. – $X_2=57359$ (табл. 3). В итоге получим четырнадцатилетний ряд пересекающихся данных. Для него получим то же самое уравнение множественной авторегрессии (формула 1), при этом также как и на втором шаге значение R^2 немного выросло, а значение стандартной ошибки – уменьшилось.

Таблица 3

Прогнозирование инвестиций в основной капитал экономики Брянской области на уровень 2020 г. (третий шаг)

Годы	Y	X_1	X_2
2004	6751		
2005	8496	6751	
2006	12462	8496	6751
2007	21010	12462	8496
2008	25298	21010	12462
2009	27240	25298	21010
2010	41989	27240	25298
2011	48014	41989	27240
2012	45297	48014	41989
2013	48014	45297	48014
2014	46551	48014	45297
2015	61742	46551	48014
2016	68195	61742	46551
2017	54769	68195	61742
2018	56641	54769	68195
2019	57359	56641	54769
2020	58013	57359	56641
2021			57359

Подставляя в это уравнение значения $X_1=57359$ и $X_2=56641$ на уровни 2020 г., получим третье прогнозное значение $Y=58013$ на уровень этого же года. Это будет третий шаг прогнозирования (табл. 3).

Прогнозные расчеты, выполненные по этому алгоритму, для шести избранных областей ЦФО РФ приведены в таблице 4. Как видим из этих расчетов, наибольший прирост прогнозных значений инвестиций в основной капитал наблюдается для экономики Воронежской области. Из шести рассматриваемых областей это единственная область, у которой на рассматриваемом ретроспективном интервале времени (2004 – 2017 гг.) происходил прирост инвестиций, за исключением 2009 г., причем часто с нарастающими темпами.

Таблица 4

Прогнозирование инвестиций в основной капитал экономики избранных областей ЦФО РФ по нейросетевой модели двухслойного персептрона

Год	Область					
	Белгородская	Брянская	Воронежская	Костромская	Смоленская	Тверская
2004	22685	6751	21845	12500	11315	29791
2005	35022	8496	28652	14083	14371	23845
2006	52073	12462	38867	11821	16029	24326
2007	83510	21010	65319	13919	25178	36384
2008	104218	25298	94168	16848	37562	50222

Год	Область					
	Белгородская	Брянская	Воронежская	Костромская	Смоленская	Тверская
2009	78033	27240	85651	11114	35991	67514
2010	96313	41989	125826	15100	48833	82619
2011	125994	48014	155245	17648	56872	94276
2012	136202	45297	179990	21148	56370	80326
2013	129137	48014	182334	21169	56435	80464
2014	138245	46551	199555	22250	55869	80524
2015	146386	61742	263622	26227	59895	74192
2016	143792	68195	270992	26430	58728	93427
2017	139209	54769	294168	20642	57496	99966
2018	139687	56641	321108	21550	58755	100565
2019	139903	57359	347708	21411	59707	99317
2020	140070	58013	375413	21435	60499	97750

Прогноз сделан на три года, так как уже на второй прогнозный год и в последующие годы в базу исходных данных (X_1 , X_2) попадают прогнозные значения за предыдущие годы, что существенно снижает точность прогноза. Эту точность можно будет оценить в последствии, когда будут опубликованы статистические данные по инвестициям в основной капитал экономик рассматриваемых областей за 2018–20 гг.

Полагаем, что метод нейросетевого моделирования в предложенном нами наглядном расчетном виде, а не в виде программного расчета по типу «черного ящика», будет полезен для оценки инвестиционной привлекательности регионов на краткосрочную перспективу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безрученко Б.П., Смирнов Д.А. Статистическое моделирование по временным рядам [Электронный ресурс] Саратов. отд–ние Ин–та радиотехники и электроники РАН. – Электрон. дан. – Саратов, 2000. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/catalog/files/r29971/sgu025.pdf>, свободный. – Загл. с экрана
2. Бокс Д., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление: М. Мир, 1974.
3. Бриллинджер Д. Временные ряды. – М.: Мир, 1980. – 536 с.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с пол. И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс /Пер. с англ. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

УДК 332.12

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ СТРАТЕГИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ю.И. Селиверстов

г. Белгород, Россия

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

В статье рассмотрены основные положения проекта Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 года. Проанализированы позитивные и проблемные положения Стратегии. Обозначена реакция экспертного сообщества на проект Стратегии